

## Verfahren zur Herstellung eines Quantendrahtes

**Publication number:** DE4218650

**Publication date:** 1993-12-09

**Inventor:** HEINECKE HARALD DR (DE)

**Applicant:** SIEMENS AG (DE)

**Classification:**

- international: **H01L21/20; H01L21/335; H01L29/12; H01L29/775; H01L21/02; H01L29/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/20; H01L21/335; H01L29/267**

- european: **H01L21/20C; H01L21/335P4; H01L29/12W2; H01L29/775; Y01N4/00**

**Application number:** DE19924218650 19920605

**Priority number(s):** DE19924218650 19920605

**Also published as:**



WO9326036 (A1)



EP0643873 (A1)

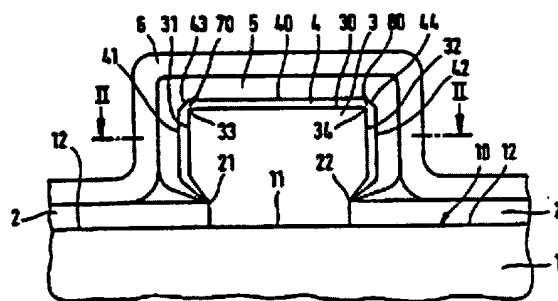


EP0643873 (A0)

**Report a data error here**

### Abstract of DE4218650

The production of quantum wire is complex. A simplified production process of quantum wires is disclosed which also entails a simplified production process of components provided with such wires. A monocrystalline layer (3) of semiconductive material is epitaxially grown on the surface (10) of a substrate (1) upon which is applied a masking layer (2), at the edge (21) of the masking layer (2). The monocrystalline layer (3) of semiconductive material has two mutually perpendicular outer crystalline surfaces (30, 31) which abut each other along the edge (21) of the masking layer (2). These crystalline surfaces (30, 31) define an edge (33) of the monocrystalline layer (3) which extends along the edge (21) of the masking layer (2). On these crystalline surfaces (30, 31) is grown a quantum-well layer (4) of another semiconductive material. The other semiconductive material is modified in an area (70) that extends along the edge (33) of the monocrystalline layer and that defines the quantum wire to be produced. Application in high-speed transistors.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 18 650 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 01 L 21/20**  
H 01 L 21/335  
H 01 L 29/267

① 02

②① Aktenzeichen: P 42 18 650.1  
②② Anmeldetag: 5. 6. 92  
②③ Offenlegungstag: 9. 12. 93

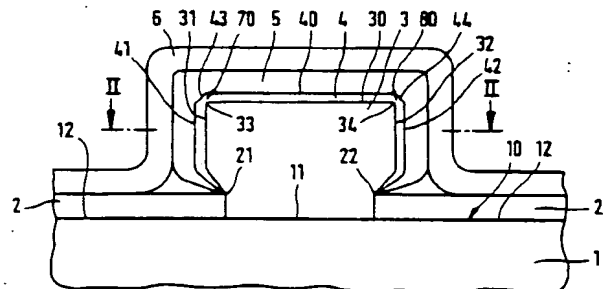
DE 42 18 650 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Heinecke, Harald, Dr., 8011 Dürnhaar, DE

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines Quantendrahtes

⑤⑦ Die Herstellung von Quantendrähten ist kompliziert. Es wird eine vereinfachte Herstellung von Quantendrähten angegeben, die auch eine vereinfachte Herstellung von mit solchen Drähten versehenen Bauelementen nach sich zieht. Dazu wird an einer Randkante (21) einer Maskenschicht (2) auf einer Oberfläche (10) eines Substrats (1) auf der Oberfläche (10) epitaktisch eine einkristalline Schicht (3) aus Halbleitermaterial aufgewachsen, die zwei zueinander senkrechte, längs der Randkante (21) der Maskenschicht (2) aneinanderstoßende äußere Kristallflächen (30, 31) aufweist. Diese Kristallflächen (30, 31) definieren eine längs der Randkante (21) der Maskenschicht (2) verlaufende Randkante (33) der einkristallinen Schicht (3). Auf diese Kristallflächen (30, 31) wird eine Quantum-Well-Schicht (4) aus einem anderen Halbleitermaterial aufgewachsen, bei der in einem Bereich (70), der sich längs der Randkante (33) der einkristallinen Schicht erstreckt, das andere Halbleitermaterial verändert ist, wobei dieser Bereich (70) den herzustellenden Quantendraht definiert. Schnelle Transistoren.



DE 42 18 650 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Quantendrahtes.

Quantendrähte, wie sie für die Herstellung von Bauelementen fuhr Hochgeschwindigkeitsbauelemente mit den Eigenschaften eines geringen Rauschens sehr attraktiv erscheinen, können derzeit nur durch komplizierte Verfahren, die eine Implantation mit fokussierten Ionenstrahlen und Maskierungs- und Ätzprozesse umfassen oder durch Wachstum an Bruchkanten von Halbleiterschichten erzeugt werden.

Alle bekannten Verfahren setzen komplexe Technologien und sehr viele Prozessschritte voraus, um den Quantendraht einerseits zu erzeugen und ihn andererseits zu kontaktieren und beispielsweise mittels Feldeffekt den Stromfluß durch den Draht zu modulieren. Fuhr die zur Herstellung mehrfach notwendigen Lithographieschritte ist eine extrem hohe Justiergenauigkeit im Submikrometerbereich erforderlich.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vereinfachte Herstellung von Quantendrähten bereitzustellen, die auch eine vereinfachte Herstellung von mit solchen Quantendrähten versehenen Bauelementen nach sich zieht.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf den Erkenntnissen, die im Zusammenhang mit der in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 41 28 602.2 (GR 91 1424 DE) mit älterem Zeitrang beschriebenen Erfindung gewonnen wurden. Danach bildet sich bei der auf die einkristalline Schicht aus dem Halbleitermaterial aufgetragenen Quantum-Well-Schicht aus dem anderen Halbleitermaterial eine streifenförmig längs der Randkante oder der schrägen streifenförmigen äußeren Kristallfläche der einkristallinen Schicht verlaufende äußere Kristallfläche aus, die schräg im Winkel zu senkrecht zueinander stehenden äußeren Kristallflächen dieser Quantum-Well-Schicht steht, wobei auf dieser schrägen streifenförmigen Kristallfläche der Quantum-Well-Schicht und die Bereiche dieser Schicht unterhalb dieser schrägen streifenförmigen Kristallfläche das andere Halbleitermaterial der Quantum-Well-Schicht geändert ist. Dadurch lassen sich vorteilhafterweise mit einem einzigen Wachstumsprozeß mit nur gewachsenen Grenzflächen Quantendrähte in der Richtung entlang der Randkanten der Maskenschicht herstellen.

Besonders vorteilhaft bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist, daß die Quantendrähte weit weg von irgendwelchen geätzten und damit eventuell gestörten Oberflächen erzeugt werden. Überdies lassen sich vorteilhafterweise die Quantendrähte mittels der selektiven Epitaxie in einem metallorganischen Molekularstrahlepitaxieverfahren (MOMBE) auf einfachste Weise herstellen.

Auch die Kontaktierung der mit dem Erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Quantendrähte ist vorteilhafterweise sehr einfach erzielbar. Dazu ist es nur notwendig, zusätzlich zu dem von der Maskenschicht freien Bereich einen oder mehrere weitere von der Maskenschicht freien Bereiche vorzusehen, die an dem für die Quantendrähte vorgesehenen freien Bereich anschließen. Auch in diesen zusätzlichen freien Bereichen wachsen die einkristalline Schicht und die Quantum-Well-Schicht. Die Kontaktierung kann durch Eindiffundieren von Metall in die Quantum-Well-Schicht in den zusätzlichen freien Bereichen auf einfache Weise erfolgen.

Mehrere parallele Quantendrähte können durch die im Anspruch 2 angegebenen Maßnahmen auf einfachste Weise erhalten werden.

Zur Steuerung der Quantendrähte ist es zweckmäßig, eine Deckschicht gemäß Anspruch 3 vorzusehen. Auf dieser Deckschicht können Elektroden über dem oder den Quantendrähten angeordnet werden, mit denen der Strom durch die Quantendrähte moduliert werden kann.

Im Bereich der Drähte kann die Deckschicht dotiert sein (Anspruch 4). Zur gezielten Ladungsträgerinjektion kann die Deckschicht einen pn-Übergang aufweisen (Anspruch 5). Vorzugsweise werden horizontale und vertikale pn-Übergänge verwendet. Zu demselben Zweck können auch flächensensitive Dotierstoffe verwendet werden.

Die Erfindung wird anhand der Figuren in der nachfolgenden Beschreibung beispielhaft näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen in Bezug auf die Oberfläche des Substrats vertikalen Querschnitt durch eine Struktur mit einem durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellten Quantendraht, wobei der Schnitt längs der Schnittlinie I-I in Fig. 2 senkrecht zur Längsrichtung eines Quantendrahtes geführt ist,

Fig. 2 einen zur Oberfläche des Substrats parallelen Schnitt durch die Struktur nach Fig. 1 längs der Schnittlinie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 in der Darstellung nach Fig. 1 eine Modifikation der Struktur nach Fig. 1,

Fig. 4 in der Darstellung nach Fig. 1 eine weitere Modifikation der Struktur nach Fig. 1, und

Fig. 5 bis 8 in vereinfachter Darstellung Draufsichten auf verschiedene Strukturen mit nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Quantendrähten.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der Fig. 1 und 2 beschrieben. In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 1 ein Substrat aus beispielsweise Si und/oder InP oder einem anderen Halbleitermaterial bezeichnet. Das Bezugszeichen 10 bezeichnet eine Oberfläche dieses Substrats 1. Das Material des Substrats ist so zu wählen, daß auf die Oberfläche 10 epitaktisch eine einkristalline Schicht aus einem vorgebbaren Halbleitermaterial abscheidbar ist.

Auf die Oberfläche 10 wird eine diese Fläche 10 teilweise abdeckende Maskenschicht 2 aus einem Material aufgebracht, auf dem sich das Halbleitermaterial der einkristallinen Schicht nicht abscheidet. Die Maskenschicht 2 deckt Bereiche 12 der Oberfläche 10 ab und läßt einen Bereich 11 dieser Oberfläche 10 frei. Der freie Bereich 11 wird durch mindestens eine Randkante der Maskenschicht 2, im dargestellten Beispiel durch zwei Randkanten 21 und 22 der Maskenschicht 2 begrenzt. Diese Randkanten 21 und 22, deren Verlauf in der Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet ist, definiert den Verlauf jeweils eines herzustellenden Quantendrahtes. Dabei ist in der Fig. 2 anzunehmen, daß die Quantendrähte längs der Randkanten 21 und 22 sich nur im freien Bereich 11 der Oberfläche 10 und nicht in den daran beidseitig angrenzenden erweiterten freien Bereichen 13 der Oberfläche 10 erstrecken, die für eine Kontaktierung der Quantendrähte vorgesehen sind. Die Maskenschicht 2 besteht vorzugsweise aus  $\text{SiO}_2$  oder einem anderen glasartigen Material.

Auf den von der Maskenschicht 2 freien zusammenhängenden Bereichen 11 und 13 der Oberfläche 10 wird epitaktisch eine einkristalline Schicht 3 aus dem dafür bestimmten Halbleitermaterial bis zu einer Dicke D aufgewachsen, die größer ist als die Dicke d der Masken-

schicht 2. Beispielsweise ist D etwa zwölfmal so groß wie d. Die Abscheidung der einkristallinen Schicht 3 erfolgt vorzugsweise mittels eines metallorganischen epitaktischen Abscheideverfahrens.

Während der epitaktischen Abscheidung des Halbleitermaterials der einkristallinen Schicht 3 werden die Bedingungen für das Wachstum der einkristallinen Schicht 3 so gewählt, daß diese Schicht 3 zwei zueinander im wesentlichen senkrechte, längs der Randkante 21 und 22 der Maskenschicht 2 aneinanderstoßende äußere Kristallflächen 30 und 31 bzw. 30 und 32 aufweist, von denen die eine Kristallfläche 30 von der Oberfläche 10 abgekehrt und parallel zu dieser ist, während die andere Kristallfläche 31 bzw. 32 sich gegenüber der Randkante 21 bzw. 22 der Maskenschicht 2 versetzt über der Maskenschicht 2 befindet. Diese aneinanderstoßenden äußeren Kristallflächen 30 und 31 bzw. 30 und 32 definieren jeweils eine längs der Randkante 21 bzw. 22 der Maskenschicht 2 verlaufende Randkante 33 bzw. 34 der einkristallinen Schicht, entlang denen sich später die herzustellenden Quantendrähte 7 und 8 (siehe Fig. 5 bis 8) von selbst ausbilden.

Die Bedingungen für das Wachstum der einkristallinen Schicht 3 können ferner auch so gewählt werden, daß die zwei zueinander im wesentlichen senkrechten äußeren Kristallflächen 30 und 31 bzw. 30 und 32 durch eine schräg im Winkel zu diesen äußeren Kristallflächen 30 und 31 bzw. 30 bzw. 32 stehende und streifenförmig längs der Randkante 21 bzw. 22 der Maskenschicht 2 verlaufende äußere Kristallfläche 35 bzw. 36 voneinander getrennt sind, so wie es aus der Fig. 3 hervorgeht, die sich nur in diesem Punkt von der Fig. 1 unterscheidet.

Auf die aufgewachsene einkristalline Schicht 3 wird epitaktisch zumindest eine einkristalline Quantum-Well-Schicht 4 aus einem im Vergleich zum Halbleitermaterial der aufgewachsenen einkristallinen Schicht 3 anderen Halbleitermaterial aufgewachsen, so daß die äußeren Kristallflächen 30 und 31 bzw. 30 und 32 der einkristallinen Schicht 3 abgedeckt sind. Das Aufwachsen erfolgt vorzugsweise mittels des metallorganischen epitaktischen Abscheideverfahrens.

Während der epitaktischen Abscheidung des anderen Halbleitermaterials werden die Bedingungen für das Wachstum der Quantum-Well-Schicht 4 so gewählt, daß die Quantum-Well-Schicht 4 zwei zueinander im wesentlichen senkrechte äußere Kristallflächen 40 und 41 bzw. 40 und 42 aufweist, die durch eine schräg im Winkel zu diesen Kristallflächen 40 und 41 bzw. 40 und 42 stehende und streifenförmig längs der Randkante 33 bzw. 34 oder der schrägen streifenförmigen äußeren Kristallfläche 35 bzw. 36 der aufgewachsenen einkristallinen Schicht 3 verlaufende äußere Kristallfläche 43 bzw. 44 der Quantum-Well-Schicht 4 voneinander getrennt sind. Dabei definiert ein Bereich 70 bzw. 80 der Quantum-Well-Schicht 4 zwischen deren schräger streifenförmiger Kristallfläche 43 bzw. 44 und der Randkante 33 bzw. 34 oder der schrägen streifenförmigen Kristallfläche 35 bzw. 36 der einkristallinen Schicht 3 im wesentlichen den Quantendraht 7 bzw. 8, wobei der Bereich 70 bzw. 80 den Querschnitt dieses Quantendrahtes 7 bzw. 8 darstellt. In diesem Bereich 70 bzw. 80 ist das andere Halbleitermaterial in der Quantum-Well-Schicht 4 relativ zur übrigen Schicht 4 verändert.

Beispielsweise bestehen die einkristalline Schicht 3 aus InP und die Quantum-Well-Schicht 4 aus InP/GaInAsP, wobei im Bereich 70 bzw. 80 die Zusammensetzung GaInAsP geändert ist.

Anstelle einer einzigen Quantum-Well-Schicht 4 (single quantum well, SQW) kann auch ein Stapel aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Quantum-Well-Schichten 4 (multi quantum well, MQW) auf der einkristallinen Schicht 3 erzeugt werden, so wie es in der Fig. 4 für zwei Quantum-Well-Schichten 4 dargestellt ist.

Jede Quantum-Well-Schicht 4 des Stapels weist ebenso wie die einzelne Quantum-Well-Schicht 4 nach Fig. 1 zwei zueinander im wesentlichen senkrechte und von der einkristallinen Schicht 3 abgekehrte Kristallflächen 40 und 41 bzw. 40 und 42 auf, die durch eine schräg im Winkel zu diesen Kristallflächen 40 und 41 bzw. 40 und 42 stehende und streifenförmig längs der Randkante 33 bzw. 34 oder der schrägen streifenförmigen äußeren Kristallfläche 35 bzw. 36 (siehe Fig. 3) der einkristallinen Schicht 3 verlaufende Kristallfläche 43 bzw. 44 voneinander getrennt sind. Dabei definiert in jeder Quantum-Well-Schicht 4 der Bereich 70 bzw. 80 dieser Schicht 4 zwischen deren schräger streifenförmiger Kristallfläche 43 bzw. 44 und der schrägen streifenförmigen Kristallfläche 43 bzw. 44 der darunterliegenden Quantum-Well-Schicht 4 jeweils im wesentlichen einen eigenen Quantendraht 7 bzw. 8.

Die Kontaktierung der durch die Bereiche 70 bzw. 80 definierten Quantendrähte 7 und 8 kann auf einfache Weise dadurch erfolgen, daß die eine oder mehreren Quantum-Well-Schichten 4 auf der einkristallinen Schicht 3 in den im Vergleich zum Bereich 11 größeren Bereichen 13, die sich an den Bereich 11 anschließen, mit Metall dotiert werden, beispielsweise durch Eindiffusion eines Metalls.

Zur Modulation und Steuerung der Quantendrähte wird vorzugsweise auf die Quantum-Well-Schicht 4 oder den Stapel aus den zwei oder mehreren Quantum-Well-Schichten 4 zumindest eine Deckschicht 5 aus einem Halbleitermaterial abgeschieden, auf der Elektroden 6 zur Steuerung oder Modulation aufgebracht werden können.

Im Fall, daß die einkristalline Schicht 3 aus InP und die Quantum-Well-Schicht oder -Schichten 4 aus InP/GaInAsP besteht, wird vorzugsweise InP als Halbleitermaterial für die Deckschicht 5 verwendet. Die Deckschicht 5 kann auch dotiert sein, beispielsweise  $n^+$ -dotiert. Zur gezielten Ladungsträgerinjektion kann die Deckschicht 5 vorteilhafterweise auch einen pn-Übergang 50 aufweisen, wie er in der Fig. 4 gestrichelt angedeutet ist.

Elektroden 6 aus Metall können unmittelbar auf die Deckschicht 5 aufgebracht werden. Beispielsweise können die Elektroden 6 in Form von metallischen Streifenleitern ausgebildet sein, die quer zu den Quantendrähten 7 und 8 verlaufen.

Die Dicke jeder Quantum-Well-Schicht 4 ist bei vorgegebener Materialzusammensetzung im wesentlichen festgelegt und richtet sich danach, ob die Quantum-Well-Schicht 4 unverspannt oder verspannt ist, was beides möglich ist.

Die in den Fig. 5 bis 8 dargestellten Strukturen sind in Draufsicht auf die Oberfläche 10 des Substrats dargestellt, wobei der Einfachheit halber die Deckschicht 5 als nicht vorhanden angenommen ist, so daß in Draufsicht nur die Maskenschicht 2, die Quantum-Well-Schicht 4 oder die äußerste Quantum-Well-Schicht 4 eines Stapels aus solchen Schichten und die Elektroden sichtbar sind. Gestrichelt ist zudem der Verlauf der verdeckten Randkanten 21 bzw. 22 der Maskenschicht 2 eingezeichnet.

Die Fig. 5 zeigt ein Doppeldraht-System mit den beiden parallelen Quantendrähten 7 und 8, über die streifenförmige Elektroden 6 quer verlaufen. Die Elektroden 6 können über einen Gatekontakt 9 eingesteuert werden. Die Anzahl der streifenförmigen Elektroden 6 richtet sich nach der Länge der Quantendrähte 7 und 8. Die Kontakte über den Bereichen 13 und 14 können als Drain- und Source-Anschlüsse verwendet werden.

Die Struktur nach Fig. 5 erlaubt eine einfache Kaskadierung der Bauelemente bei gleichzeitiger Integration und ist interessant für Ultra-Low-Noise-Anwendungen.

Die Fig. 6 zeigt eine kaskadierte Struktur, bei welcher mehrere Doppeldraht-Systeme nach Fig. 5 in Reihenschaltung kombiniert sind. Auch eine Reihenschaltung von Kaskadensystemen ist möglich. Bei der Stufe mit Drain 1 und Source 1 der Struktur nach Fig. 6 ist der Gateanschluß mit 90 und sind die Elektrodenstreifen mit 60 bezeichnet.

Die in der Fig. 7 dargestellte Struktur ist eine Zweigaste-Zweidraht-Struktur. Bei dieser Struktur ist jeder Quantendraht 7 bzw. 8 abgewinkelt, so daß insgesamt ein etwa rechteckförmiger Verlauf beider Drähte 7 und 8 gegeben ist. Diagonal über diese Quantendrähte 7 und 8 ist die streifenförmige Elektrode 6 geführt, die mit zwei Gateanschlüssen 95 und 96 verbunden ist. Hierbei können die Ströme in den Quantendrähten 7 und 8 zwischen Drain und Source über zwei unabhängige Gatesysteme gesteuert werden und somit Quantendraht-Resonanz-Systeme erzeugt und untersucht werden.

Die Geometrie der Struktur nach Fig. 7 ist ähnlich zur Struktur nach Fig. 6 einfach kaskadierbar, hier aber über die diagonal verlaufende streifenförmige Elektrode 6. Wie im Fall nach den Fig. 5 und 6 sind auch im Fall der Fig. 7 Kaskaden- und Doppeldrahtsysteme einfach in Reihenschaltung zu verknüpfen.

Bei der Struktur nach Fig. 8 sind zwei in Reihe geschaltete Doppeldrahtsysteme nach Fig. 5 zu einer Kaskade konfiguriert. Die Gateanschlüsse 91 bis 94 können je nach Anwendung einzeln oder gemeinsam angesteuert werden. Zur besseren Isolation zwischen den Bauelementen bietet sich in diesem Fall SiInP anstelle von InP als Halbleitermaterial für die einkristalline Schicht 3 an.

Generell lassen die geringen Dimensionen der erfindungsgemäßen Quantendrahtstrukturen hohe Bandbreiten erwarten.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Herstellung eines Quantendrahtes (7; 8), dadurch gekennzeichnet,

- daß auf eine Oberfläche (10) eines Substrats (1), auf die epitaktisch eine einkristalline Schicht (3) aus einem vorgebbaren Halbleitermaterial abscheidbar ist, eine die Oberfläche (10) teilweise abdeckende Maskenschicht (2) aus einem Material, auf dem sich das Halbleitermaterial nicht abscheidet, aufgebracht wird, wobei die Maskenschicht (2) einen Bereich (11) der Oberfläche (10) grenzende und den Verlauf des herzustellenden Quantendrahtes bestimmende Randkante (21, 22) aufweist,
- daß auf dem freien Bereich (11) der Oberfläche (10) epitaktisch eine einkristalline Schicht (3) aus dem Halbleitermaterial bis zu einer Dicke (D) aufgewachsen wird, die größer als die Dicke (d) der Maskenschicht (2) ist, wobei

während der epitaktischen Abscheidung des Halbleitermaterials die Bedingungen für das Wachstum der einkristallinen Schicht (3) so gewählt werden, daß diese Schicht (3) zwei zueinander im wesentlichen senkrechte, längs der Randkante (21, 22) der Maskenschicht (2) aneinanderstoßende äußere Kristallflächen (30, 31; 30, 32) aufweist, die eine längs der Randkante (21, 22) der Maskenschicht (2) verlaufende Randkante (33; 34) der einkristallinen Schicht (3) definieren, oder so, daß die einkristalline Schicht (3) zwei zueinander im wesentlichen senkrechte äußere Kristallflächen (30, 31; 30, 32) aufweist, die durch eine schräg im Winkel zu diesen äußeren Kristallflächen (30, 31; 30, 32) stehende und streifenförmig längs der Randkante (21; 22) der Maskenschicht (2) verlaufende äußere Kristallfläche (35; 36) voneinander getrennt sind, und

— daß auf die äußeren Kristallflächen (30, 31; 30, 32) der aufgewachsenen einkristallinen Schicht (3) epitaktisch zumindest eine einkristalline Quantum-Well-Schicht (4) aus einem im Vergleich zum Halbleitermaterial der aufgewachsenen einkristallinen Schicht (3) anderen Halbleitermaterial aufgewachsen wird, wobei während der epitaktischen Abscheidung des anderen Halbleitermaterials die Bedingungen für das Wachstum der Quantum-Well-Schicht (4) so gewählt werden, daß die Quantum-Well-Schicht (4) zwei zueinander im wesentlichen senkrechte äußere Kristallflächen (40, 41; 40, 42) aufweist, die durch eine schräg im Winkel zu diesen Kristallflächen (40, 41; 40, 42) stehende und streifenförmig längs der Randkante (33; 34) oder der schrägen streifenförmigen äußeren Kristallfläche (35; 36) der aufgewachsenen einkristallinen Schicht (3) verlaufende äußere Kristallfläche (43; 44) der Quantum-Well-Schicht (4) voneinander getrennt sind, und wobei ein Bereich (70; 80) der Quantum-Well-Schicht (4) zwischen deren schräger streifenförmiger Kristallfläche (43; 44) und der Randkante (33; 34) oder der schrägen streifenförmigen Kristallfläche (35; 36) der einkristallinen Schicht (3) im wesentlichen den Quantendraht (7, 8) definiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der einkristallinen Schicht (3) ein Stapel aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Quantum-Well-Schichten (4) erzeugt wird, von denen jede zwei zueinander im wesentlichen senkrechte und von der einkristallinen Schicht (3) abgekehrte Kristallflächen (40, 41; 40, 42) aufweist, die durch eine schräg im Winkel zu diesen Kristallflächen (40, 41; 40, 42) stehende und streifenförmig längs der Randkante (33; 34) oder der schrägen streifenförmigen äußeren Kristallfläche (35; 36) der einkristallinen Schicht (3) verlaufende Kristallfläche (43; 44) voneinander getrennt sind, wobei in jeder Quantum-Well-Schicht (4) der Bereich (7) dieser Schicht (4) zwischen deren schräger streifenförmiger Kristallfläche (43; 44) und der schrägen streifenförmigen Kristallfläche (43; 44) der darunterliegenden Quantum-Well-Schicht (4) jeweils im wesentlichen einen Quantendraht definiert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Quantum-Well-Schicht

(4) oder den Stapel aus den zwei oder mehreren Quantum-Well-Schichten (4) zumindest eine Deckschicht (5) aus Halbleitermaterial abgeschieden wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Deckschicht (5) aus dotiertem Halbleitermaterial abgeschieden wird. 5

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Quantum-Well-Schicht (4) oder den Stapel aus den zwei oder mehreren Quantum-Well-Schichten (4) einen einen pn-Übergang (50) aufweisende Deckschicht (5) aus Halbleitermaterial abgeschieden wird. 10

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



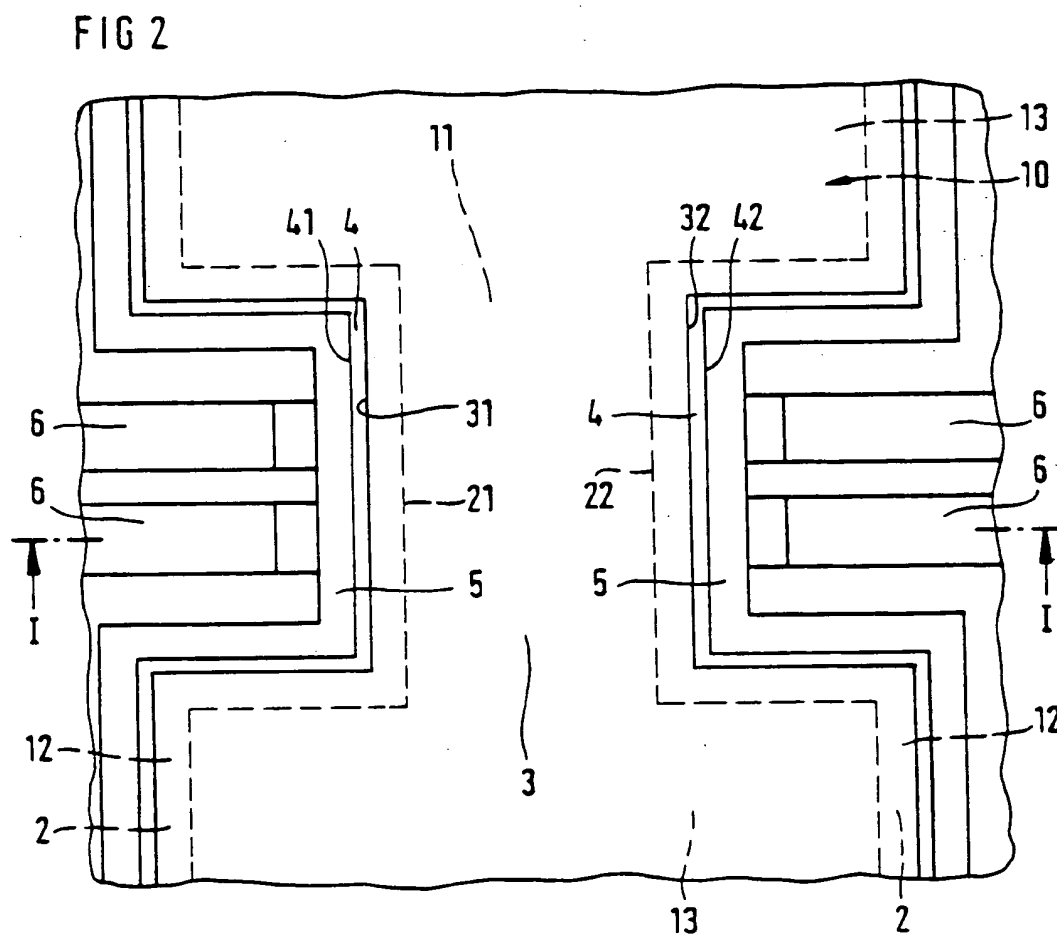
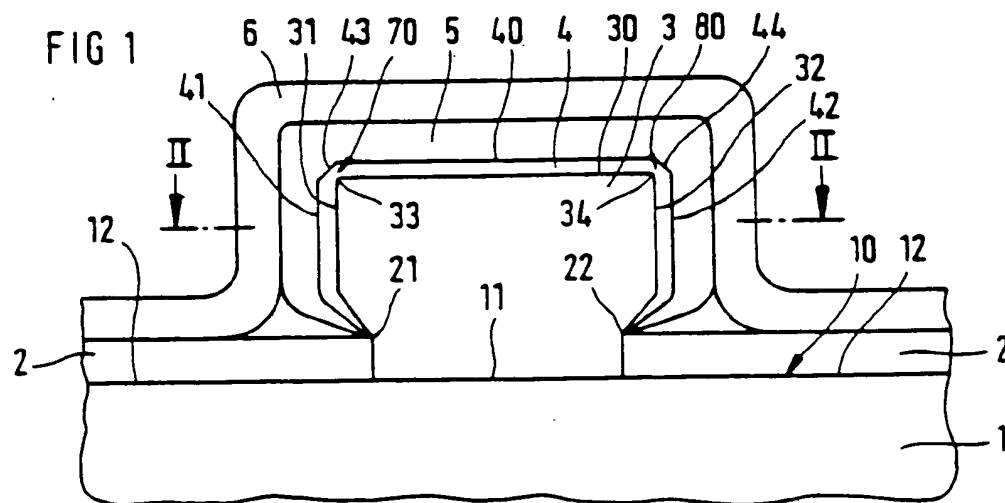


FIG 3

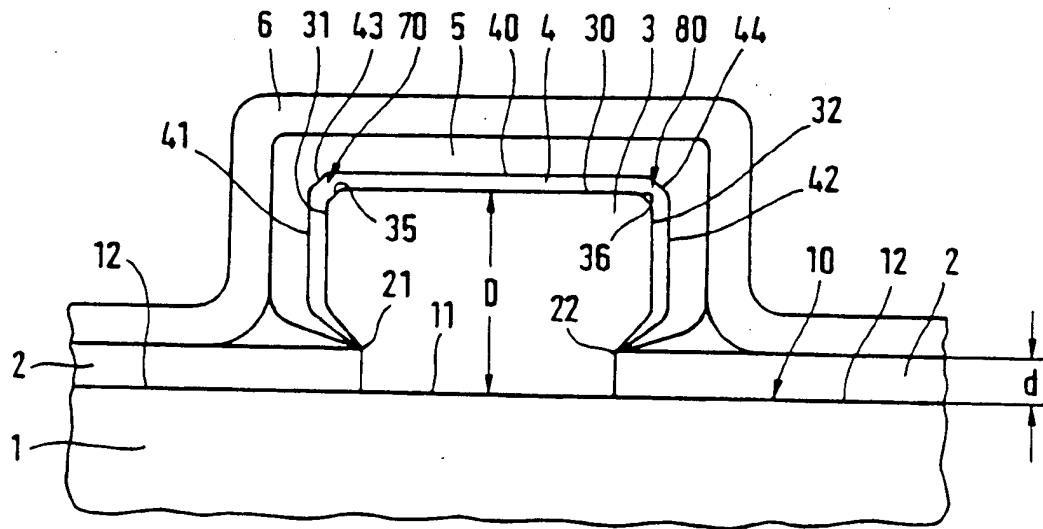


FIG 4

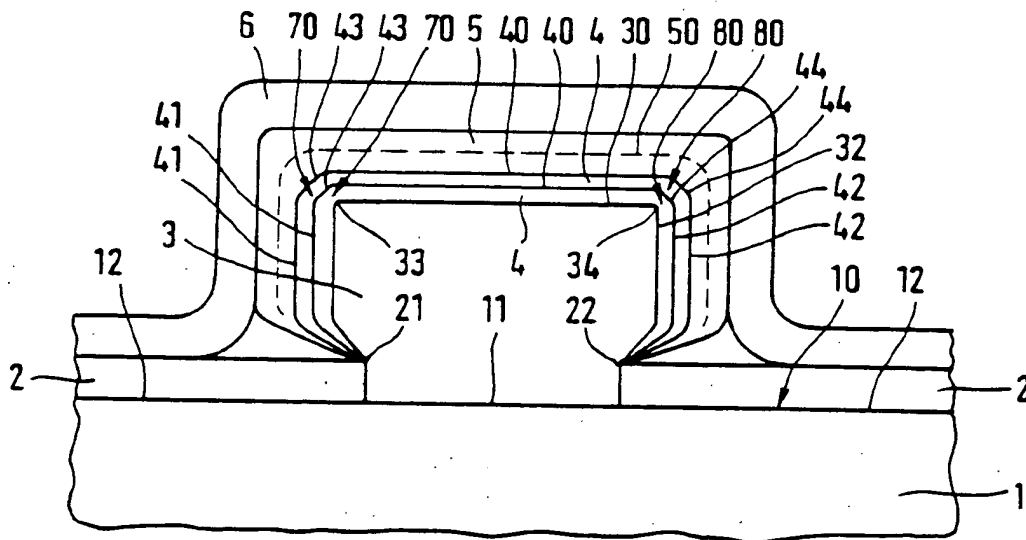


FIG 5

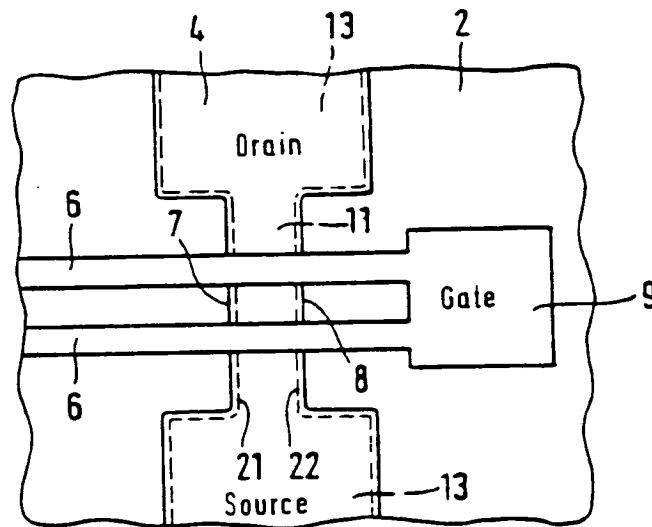


FIG 6

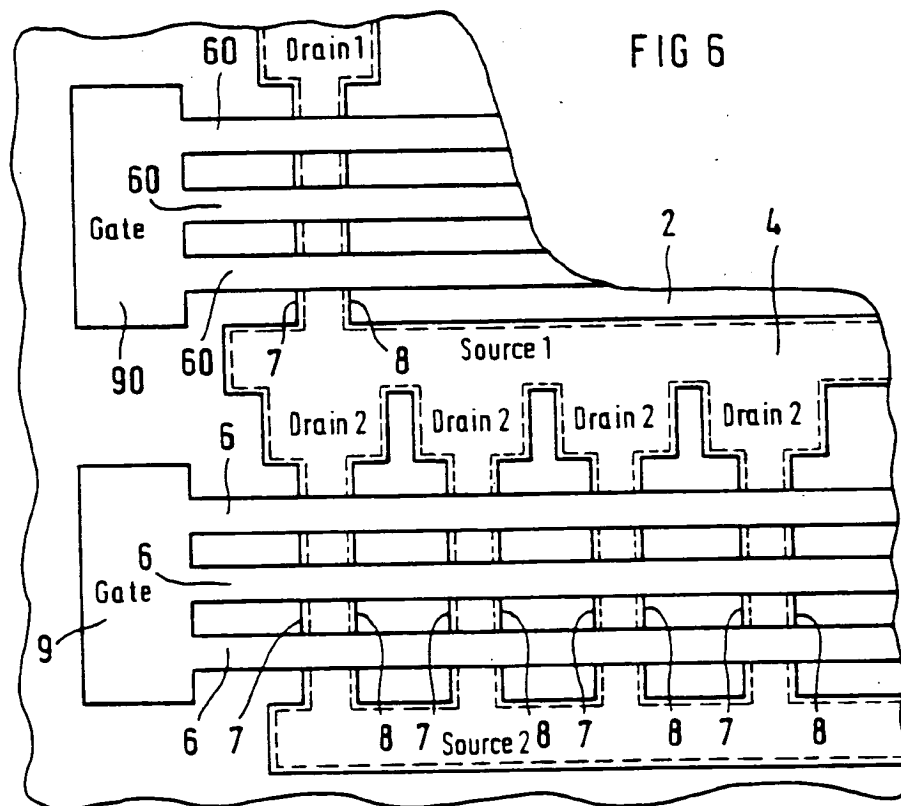


FIG 7

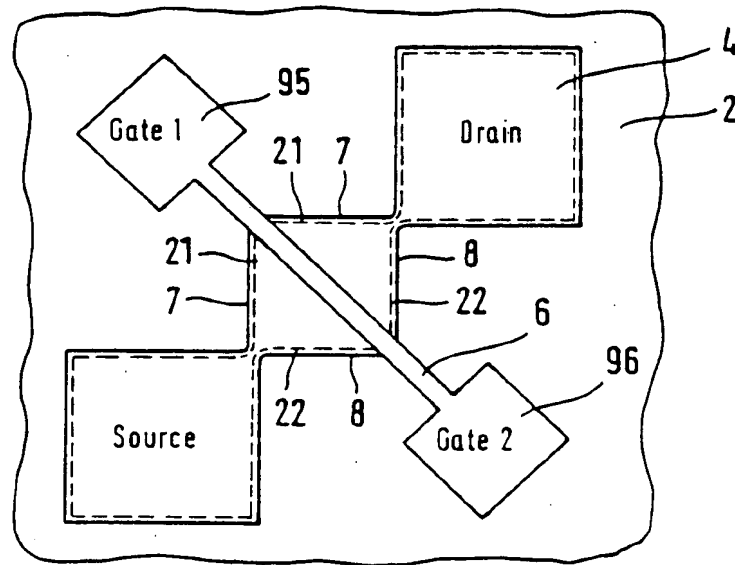


FIG 8

